



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 21 902 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 196 21 902.7
㉑ Anmeldetag: 31. 5. 96
㉒ Offenlegungstag: 4. 12. 97

⑤① Int. Cl.⁸:
G 06 F 13/38
G 06 F 7/00
G 01 P 3/44
G 01 M 17/00
B 60 T 17/22
F 02 D 29/02

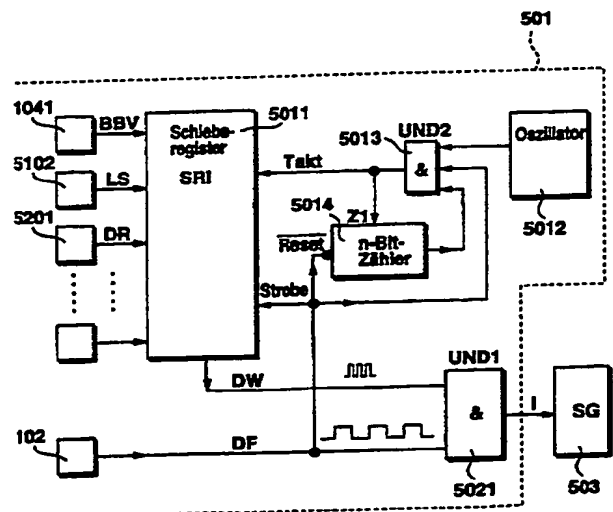
DE 196 21 902 A 1

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Schneider, Thomas, Dipl.-Ing., 71706
Markgröningen, DE

⑤④ **System zur Überlagerung von Informationen**

⑦③ Die Erfindung geht aus von einem System zur Überlagerung von Informationen. Dabei werden die einen Informationen n durch ein gebildetes analoges Signal repräsentiert, wobei dieses Signal periodisch zwei vorgebbare Niveaus (High, Low) aufweist und die Informationen durch die Periodendauer des analogen Signals repräsentiert werden. Die vorgebbaren Niveaus (High, Low) des analogen Signals können dabei durch zwei unterschiedliche Strom- oder Spannungswerte realisiert sein. Die anderen Informationen liegen in Form eines gebildeten digitalen Signals vor, das Informationen in Form eines digitalen Datenwortes repräsentiert. Der Kern der Erfindung besteht darin, daß zur Bildung eines Überlagerungssignals das digitale Signal dem analogen Signal überlagert wird.



DE 196 21 902 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem System zur Überlagerung von Informationen mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Insbesondere zur Steuerung beziehungsweise Regelung der Vorgänge in Kraftfahrzeugen kommen immer mehr Sensoren zum Einsatz. Dies bedeutet jedoch, daß immer mehr Sensorsignale unabhängig voneinander zu den Steuerungs- bzw. Regelungseinheiten übertragen werden müssen. Die Einzelsignale müssen dabei verschiedenen Anforderungen entsprechen. Werden die Einzelsignale zu einem "Summensignal" zusammengefaßt, so müssen die Einzelanforderungen erhalten bleiben.

Zur Regelung bzw. Steuerung der Bremskraft, Antriebskraft und/oder der Fahrdynamik eines Kraftfahrzeugs ist es bekannt, die Drehzahlen der Fahrzeugräder zu messen. Hierzu werden im Stand der Technik vielerlei Methoden (bspw. Hall- oder magnetoresistive Sensoren) ausgeführt. Darüber hinaus ist es bekannt, die Abnutzung des Bremsbelages einer Fahrzeugbremse zu ermitteln, indem beispielsweise in einer gewissen Tiefe der Bremsbeläge Kontaktstifte eingelassen sind, die einen Kontakt auslösen, wenn der Bremsbelag bis zu dieser Tiefe abgenutzt ist.

So zeigt beispielsweise der Artikel "Integrierte Hall-Effekt-Sensoren zur Positions- und Drehzahlerkennung", elektronik industrie 7-1995, Seiten 29 bis 31 aktive Sensoren zum Einsatz im Kraftfahrzeug für Antiblockier- Antriebsschlupf-, Motor- und Getriebesteuerungs- bzw. -regelungssysteme. Solche Sensoren liefern in einer Zweidrahtbeschaltung zwei Strompegel, die in einem entsprechenden Steuergerät durch einen Meßwiderstand in zwei Spannungspegel umgesetzt werden.

Neben den erwähnten Hall-Effekt-Sensoren ist auch der Einsatz von magnetoresistiven Sensoren zur Drehzahlerfassung beispielsweise aus dem Artikel "Neue, alternative Lösungen für Drehzahlsensoren im Kraftfahrzeug auf magnetoresistiver Basis", VDI-Berichte Nr. 509, 1984 bekannt.

In der DE,C,26 06 012 (US 4,076,330) wird eine spezielle gemeinsame Anordnung zur Erfassung des Verschleißes eines Bremsbelages und zur Erfassung der Raddrehzahl beschrieben. Hierzu wird der erfaßte Bremsbelagverschleiß und die durch einen induktiv arbeitenden Sensor erfaßte Raddrehzahl über eine gemeinsame Signalleitung zu einer Auswerteeinheit geführt. Dies wird dadurch erreicht, daß der Raddrehzahlsensor in Reaktion auf einen erfaßten Bremsbelagverschleiß ganz oder teilweise kurzgeschlossen wird.

Andere Systeme wie sie beispielsweise aus der DE,C, 43,22,440 beschrieben werden, benötigen zur Erfassung der Drehzahl und des Bremsbelagverschleißes an einem Rad bzw. einer Radbremse mindestens zwei Signalleitungen zwischen einer Radeinheit und der Auswerteeinheit.

Bei der obengenannten Drehzahlerfassung ist es bekannt, daß der Luftspalt zwischen dem sich drehenden Zahnkranz und dem eigentlichen Sensorelement einen erheblichen Einfluß auf die Qualität des Drehzahlsignals hat. Hierzu sei beispielsweise auf die DE-OS 32 01 811 verwiesen.

Weiterhin benötigt man beispielsweise bei Anfahrhilfen (sogenannten Hillholder) eine Information über die

Drehrichtung der Räder. Hier ist insbesondere eine Information darüber notwendig, ob sich das Fahrzeug rückwärts bewegt. Hierzu sei beispielhaft auf die DE-OS 35 10 651 verwiesen.

Die obengenannten sowie weitere Informationen (beispielsweise Bremsbelagverschleiß, Luftspalt, Drehrichtung) werden im allgemeinen radnah erfaßt und in einer radfern angeordneten Steuereinheit ausgewertet. Hierzu müssen die Informationen zur Steuereinheit übertragen werden.

Bei einem Motor (Verbrennungs- und/oder Elektromotor) ist es bekannt, die Motordrehzahl mittels induktiver, magnetoresistiver oder Hall-Sensoren zu erfassen.

In der nicht vorveröffentlichten DE-Patentanmeldung 196 09 062.8 wird vorgeschlagen, die Informationen eines analogen Drehzahlsignals, das periodisch zwei vorgebbare Strom- oder Spannungsniveaus aufweist, mit den digitalen Informationen bezüglich des Bremsbelagverschleißes, des Luftspaltes und/oder der Drehrichtung derart zu überlagern, daß die Strom- oder Spannungspegel des analogen Drehzahlsignals in codierter Weise verändert werden. Die Erhöhung der Strompegel zur Übertragung der zusätzlichen digitalen Information hat den Vorteil, daß lediglich eine Zweidraht-Verbindung zwischen der Sensoreinheit und der Steuereinheit notwendig ist. Allerdings kommt es durch die Erhöhung der Strompegel neben einer Erhöhung der Verlustleistung zu einem erhöhten Spannungsabfall am Meßwiderstand in der Steuereinheit. Die Veränderung der Spannungspegel erhöht zwar nicht die Verlustleistung, macht aber eine Drei-Draht-Verbindung (Spannungsversorgung, Masse, Signalleitung) zwischen der Sensoreinheit und der Steuereinheit notwendig.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine möglichst einfache und sichere Überlagerung eines o.g. analogen Signals mit digitalen Informationen zu realisieren.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung geht aus von einem System zur Überlagerung von Informationen. Dabei werden die einen Informationen durch ein gebildetes analoges Signal repräsentiert, wobei dieses Signal periodisch zwei vorgebbare Niveaus (High, Low) aufweist und die Informationen durch die Periodendauer des analogen Signals repräsentiert werden. Die vorgebbaren Niveaus (High, Low) des analogen Signals können dabei durch zwei unterschiedliche Strom- oder Spannungswerte realisiert sein. Die anderen Informationen beinhaltet ein digitales Signal, das die Informationen in Form eines digitalen Datenwortes repräsentiert. Der Kern der Erfindung besteht darin, daß zur Bildung eines Überlagerungssignals das digitale Signal dem analogen Signal überlagert wird.

Durch die erfindungsgemäße Überlagerung der Informationen wird die eingangs erwähnte Erhöhung der Verlustleistung ebenso wie der erhöhte Spannungsabfall am Meßwiderstand vermieden. Darüber hinaus ist die Anzahl der zu überlagernden digitalen Informationen sehr hoch, wobei das analoge Signal weder in Phasen- noch eine Frequenzverschiebung erfährt.

Die erfindungsgemäße Überlagerung ist vorteilhafterweise derart vorgesehen, daß dem analogen Signal das digitale Signal nur innerhalb eines festen Signalzustandes (High- oder Low-Phase) überlagert wird. Das heißt, daß dem analogen Signal das digitale Signal nur

dann überlagert wird, wenn das analoge Signal eines der vorgebbaren Niveaus (High oder Low) aufweist.

Das Datenwort besteht aus einer Abfolge von Bits, wobei jedes Bit zwei Niveaus (High, Low) vorgebbarer zeitlicher Länge aufweist. Diese Niveaus repräsentieren die digitale Informationen. Auch diese vorgebbaren Niveaus (High, Low) können durch zwei unterschiedliche Strom- oder Spannungswerte realisiert sein. Die zeitliche Länge der Bits wird als erster Takt durch einen ersten Taktgeber vorgegeben.

Die das Datenwort bildenden Bits weisen dabei vorteilhafterweise die gleichen Niveaus beziehungsweise Signalzustände (High, Low) auf wie das analoge Signal. Die Bits können bei der Auswertung, das heißt bei der Trennung der überlagerten Informationen dadurch von dem analogen Signal unterschieden werden, daß die Bits nur nach einer Zustandsänderung (High-Low oder Low-High) des analogen Signals ausgegeben werden und wesentlich kürzer sind als die minimal mögliche Zeit, die das analoge Signal einen Zustand annimmt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß am Beginn und/oder am Ende des digitalen Datenwortes zur Bildung des Gesamtdatenwortes eine fest vorgebbare Anzahl von Bits mit einem fest vorgebbaren Niveau vorgegeben wird. Diese Start- bzw. Stopp-Bits dienen bei der Trennung der Informationen in der Steuereinheit zum sicheren Erkennen, ab wann die eigentlichen digitalen Informationen in Form des Datenwortes beginnen.

Erfindungsgemäß ist insbesondere daran gedacht, daß die Sensorik, die zur Erfassung der gesamten Informationen dient, als Sensoreinheit zusammengefaßt ist. Das in der Sensoreinheit erfindungsgemäß gebildete Überlagerungssignal wird dann von dieser Sensoreinheit zu einer Auswerteeinheit geleitet. Zur Bildung des digitalen Datenwortes ist dann in der Sensoreinheit der oben erwähnte erste Taktgeber notwendig, während zur Auswertung des Überlagerungssignals in der Auswerteeinheit ein zweiter Taktgeber vorgesehen sein muß. Aus Kosten- und/oder Einbaugründen kann vorgesehen sein, daß wenigstens einer der beiden Taktgeber mit einer bestimmten Zeitungenauigkeit ausgelegt ist. Für diesen Fall ist in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß am Beginn und/oder am Ende des digitalen Datenwortes oder des Gesamtdatenwortes eine fest vorgebbare Anzahl von Bits mit einem fest vorgebbaren Niveau (Synchronisierungspuls) vorgegeben wird. Hierdurch wird der zweite, im allgemeinen genauere Taktgeber in der Auswerteeinheit mit dem ersten, im allgemeinen ungenaueren Taktgeber in der Sensoreinheit synchronisiert. Auf diese Weise wird eine fehlerfreie Auswertung des Überlagerungssignals in der Auswerteeinheit gewährleistet, ohne hohe Anforderungen an die Ganggenauigkeit des ersten Taktgebers zu stellen.

Bei der oben erwähnten Synchronisierung werden dem Datenwort oder dem Gesamtdatenwort (Datenwort mit Start- und/oder Stopp-Bit) ein oder mehrere definierte Bits vor- oder nachgelagert. Dies geschieht innerhalb des oben erwähnten festen Signalzustandes (High- oder Low-Phase) des analogen Signals. Daneben kann aber auch vorgesehen sein, daß das digitale Datenwort oder das Gesamtdatenwort nur dem einen der beiden Niveaus (High oder Low) des analogen Signals überlagert wird, während zur Synchronisierung dem anderen der beiden Niveaus (Low oder High) des analogen Signals die fest vorgebbare Anzahl von Bits mit einem fest vorgebbaren Niveau (Synchronisierungspuls) überlagert werden.

Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß das zu übertragende Datenwort und/oder die einzelnen Bits länger sein können. Darüber hinaus kann der Synchronisierungspuls (fest vorgebbare Anzahl von Bits mit einem fest vorgebbaren Niveau) länger (bis zu einem Datenwort) sein, was zu einer genaueren Synchronisierung führt.

Wie erwähnt wird das überlagerte Signal einer Auswerteeinheit zugeführt, wo die Bits in einem mittels eines zweiten Taktgebers vorgegebenen zweiten Takt abgetastet werden. Die Synchronisierung bewirkt dabei, daß dieser zweite Takt abhängig ist von der fest vorgebbare Anzahl von Bits mit einem fest vorgebbaren Niveau (Synchronisierungspuls) eingestellt wird. Der im allgemeinen genauere Taktgeber in der Auswerteeinheit wird also zur Abtastung des Überlagerungssignals, insbesondere des darin enthaltenen Datenwortes, an den im allgemeinen ungenaueren Taktgeber in der Sensoreinheit angepaßt.

Die Bildung des Datenwortes kann derart geschehen, daß die digitale Informationen (BBV, LS, DR) in ein Schieberegister eingelesen werden und die eingelesenen digitalen Informationen synchronisiert mit dem analogen Signal (DF) seriell ausgelesen werden.

Das erfindungsgemäße System kann bei einem Kraftfahrzeug Verwendung findet, wobei das analoge Signal die Drehzahl eines Fahrzeugrades, die Drehzahl eines als Benzin-, Diesel- und/oder Elektromotor ausgebildeten Fahrzeugmotors und/oder die Drehzahl einer mit dem Fahrzeuggetriebe wirkungsgekoppelten Welle repräsentieren kann. Die durch das digitale Datenwort repräsentierten Informationen können sein:

- Informationen (BBV) über den Bremsbelagverschleiß an wenigstens einer Fahrzeugradbremse und/oder
- Informationen (DR) über die Richtung der Drehbewegung und/oder
- Informationen (LS) über den Zustand der Mittel enthalt, mittels der das analoge Signal (DF) erfaßt wird (Luftspalt).

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Zeichnung

Die Fig. 1 zeigt schematisch ein Blockschaltbild wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist. Die Fig. 2 zeigt eine einfache Kombination eines aktiven Drehzahlfühlers mit einer Bremsbelagverschleißerfassung. Die Fig. 3a, 3b, 4a, 4b, 4c und 4d stellen die Erfassung des Luftspaltes und der Drehrichtung anhand von Blockschaltbildern und zugehörigen Signalverläufen dar. In den Fig. 5 und 8 mit den zugehörigen Signalverläufen in den Fig. 6 und 9 sind zwei unterschiedliche Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Sensoreinheit zu sehen. Die Fig. 7 und 11 zeigen mit den zugehörigen Signalverläufen in den Fig. 10 und 12 zwei unterschiedliche Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Auswerteeinheit.

Ausführungsbeispiel

Anhand der im folgenden beschriebenen Ausführungsformen soll die Erfindung detailliert beschrieben werden.

Die Figur zeigt als Übersichtsblockschaltbild ein System zur Ermittlung des Bremsbelagverschleißes und

von Raddrehzahlen bei einem Kraftfahrzeug.

Mit dem Bezugszeichen 11a—d sind dabei die Radeinheiten eines Kraftfahrzeugs bezeichnet. Zu diesen Radeinheiten g hören insbesondere die Räder, deren Umdrehungsgeschwindigkeiten (die Raddrehzahlen) gemessen werden sollen, und das zu jeder Radeinheit zugeordnete Bremssystem (Reibungsbremse). Mit dem Bezugszeichen 102a—d sind die jedem Rad zugeordneten Drehzahlfühler und Bremsbelagverschleißfühler bezeichnet, die, soweit es die Erfindung betrifft, anhand der Fig. 2 bzw. 3 näher beschrieben werden. Zu dem über die Erfindung hinausgehenden Aufbau dieser Fühler soll ausdrücklich auf den eingangs erwähnten Stand der Technik verwiesen werden.

Die Ausgangssignale der Drehzahlfühler und Bremsbelagverschleißfühler 102a—d sind mit dem Steuergerät 103 verbunden, wobei mit 105a—d die Übertragungsleitungen dargestellt werden. Im Steuergerät 103 werden dann die mittels der Übertragungsleitungen 105a—d übertragenen Informationen zentral für alle Radeinheiten ausgewertet. Der Zustand der Bremsbeläge wird als Auswertungsergebnis vom Steuergerät 103 über die Leitungen 18a—d dem Anzeigeelement 110 zugeführt. Hierzu ist im allgemeinen vorgesehen, daß der Fahrer bei einem gewissen Abnutzungsgrad einer oder mehrere Bremsbeläge eine entsprechende Information zugewiesen bekommt.

Der Vollständigkeit halber sind mit den Bezugszeichen 14a—d noch die Bremssysteme der einzelnen Radeinheiten 11a—d skizziert, die vom Steuergerät 105 angesteuert werden können.

Die Fig. 2 und 3 zeigen verschiedene Ausführungsformen exemplarisch an einer einzigen Radeinheit.

Die Fig. 2 zeigt dabei eine einfache Kombination eines aktiven Drehzahlfühlers mit einer Bremsbelagverschleißfassung. Wie schon eingangs erwähnt kann als "aktiver" Drehzahlfühler 102 ein bekannter Hall-Drehzahlfühler oder ein bekannter magneto-resistiver Drehzahlfühler vorgesehen sein. In der Fig. 2 ist hierzu schematisch zu sehen, daß ein Sensorelement 1021 einen inkrementalen Rotors 101 magnetischer passiver Art abtastet. Abhängig von den abgetasteten Inkrementen des Rotors 101 werden durch das Sensorelement 1021 zwei Strompegel i_1 und i_2 eingestellt. Dies ist in den Fig. 2 mit dem Zu- bzw. Abschalten zweier Stromquellen 1022 und 1023 dargestellt.

Der Drehzahlfühler 102 ist mit dem Steuergerät 103 über die Leitungen 105 bzw. über die Steckverbindungen 1021a und b und 1031a und b verbunden. Der Eingangsverstärker 1036 detektiert mit Hilfe des Eingangswiderstandes R die den Strompegeln des Drehzahlfühlers 102 entsprechenden Spannungswerte

$$U_{\text{Low}} = R \cdot i_1$$

$$U_{\text{High}} = R \cdot (i_1 + i_2).$$

Ein typischer Verlauf bei im wesentlichen konstanter Raddrehzahl ist im unteren Signalzug 301 der Fig. 4 zu sehen. Durch eine Auswertung der Frequenz dieses Signals gelangt man zur gewünschten Raddrehzahl.

Im unteren Teil der Fig. 2 ist schematisch eine bekannte Erfassung 1104 des Bremsbelagverschleißes an einer Radbremse zu sehen. Wie schon eingangs erwähnt ermittelt die aus dem Stand der Technik an sich bekannte Bremsbelagverschleißfühler die Abnutzung des Bremsbelages einer Fahrzeugbremse, indem beispielsweise in einer gewissen Tiefe der Bremsbeläge Kontaktstifte eingelassen sind, die einen Kontakt auslösen, wenn

der Bremsbelag bis zu dieser Tiefe abgenutzt ist. Dieser Kontakt ist in der Fig. 2 mit dem Schalter 1041 bezeichnet. Der Schalter 1041 ist im Normalfall (keine anzeige-relevanter Bremsbelagverschleiß) offen, wobei die Spannung U_+ nicht geerdet wird. Erreicht der Bremsbelag einen gewissen Abnutzungsgrad, so wird der Schalter 1041 geschlossen, was wegen der Erdung durch die Verbindung 106 bzw. die Steckverbindung 1012 und 1031 in der Auswerteschaltung 1037 detektiert wird.

Wie man bei dem in der Fig. 2 gezeigten Ausführungsform erkennt, sind zur Übertragung der Raddrehzahlinformationen und der Informationen über den Zustand des Bremsbelages jeweils getrennte Signalleitungen 105 und 106 notwendig.

Die Fig. 3a zeigt beispielhaft die Erfassung eines übermäßigen Abstands eines Hall- beziehungsweise magnetoresistiven Sensors gegenüber dem schon beschriebenen Zahnkranz des Fahrzeugrades, dessen Drehgeschwindigkeit erfaßt werden soll. Bei dem Sensorelement 1021 kann es sich um das mit demselben Bezugszeichen bezeichnete Sensorelement in der Fig. 2 handeln. Das Element 1021 ist im allgemeinen als bekannte Wheatstone-Brücke mit einer typischen ringförmigen Anordnung von Widerständen ausgebildet. Durch das Vorbeigleiten der einzelnen Segmente des nicht dargestellten Zahnkranzes (101 in Fig. 2) wird in dieser Wheatstone-Brücke die Brückenspannung U_B erzeugt, die den Komparatoren 5031 und 5101 zugeführt werden. Der Komparator K1 dient zur Auswertung der Raddrehzahl. In dem Komparator K2 5101 findet eine weitere Auswertung der Brückenspannung derart statt, daß diese Brückenspannung mit einem relativ hohen Schwellwert U_H verglichen wird. Zum Hintergrund der beiden Schwellwertvergleiche soll im folgenden auf die Fig. 3b eingegangen werden.

Die Fig. 3b zeigt einen typischen Signalverlauf der Brückenspannung über der Zeit. Je nach der Geschwindigkeit des Vorbeigleitens der einzelnen Segmente des Zahnkranzes nimmt die Brückenspannung periodisch zu beziehungsweise periodisch ab. Bleibt der Abstand, der Luftspalt, zwischen dem Zahnkranz und der Wheatstone-Brücke 1021 konstant, so weist die Brückenspannung eine konstante Amplitude auf. Wird dieser Abstand jedoch zu groß, so nimmt die Amplitude der Brückenspannung ab. Dieser Fall ist in der Fig. 3b dargestellt.

Ein erster Schwellwertvergleich im Komparator 5031 vergleicht das Brückenspannungssignal mit einem relativ geringen Schwellwert, beispielsweise 40 mV. Ausgangsseitig liefert der Komparator 5031 dann das im unteren Signalverlauf K1 der Fig. 3b gezeigte Ansteuersignal für die Stromquellen i_1 und i_2 (siehe Fig. 2). Das Signal K1 repräsentiert also, auch bei einem sich vergrößernden Luftspalt, die Raddrehzahl. Der Komparator 5101 überprüft die Amplitude der Brückenspannungssignals dadurch, daß in diesem Komparator eine relativ hohe Schwelle von beispielsweise 60 mV eingestellt ist. Ist der Abstand zwischen dem Zahnkranz und der Wheatstone-Brücke, der Luftspalt, hinreichend gering, so liegt die Amplitude des Brückenspannungssignals oberhalb der Schwelle des Komparators 5101. Das Ausgangssignal des Komparators 5101 zeigt, wie im unteren Signalverlauf K2 in der Fig. 3b zu sehen ist, im ordnungsgemäßen Fall mit einem zeitlichen Verzug des Signals K1 gegenüber dem Signal K1. Bleibt jedoch das Komparatorsignal K2 aus, so nimmt die Amplitude des Brückenspannungssignals ab, was auf einen übermäßigen Luftspalt schließen läßt.

Das Ausbleiben des Signals K2 wird in der Einheit

5102 detektiert, wobei ein Ausbleiben des Signals K2 eine Erzeugung des digitalen Signals LS zur Folge hat.

Zusammenfassend ist zu der Luftspalterkennung zu sagen, daß mit Hilfe eines aktiven Sensors, beispielsweise eines Hall-Sensors oder eines magnetoresistiven Sensors, die Drehzahl-signale eines Rades erfaßt werden. Die Sensoren beinhalten eine Wheatstone-Brücke, die durch ein sich änderndes Magnetfeld verstimmt wird. Aus dieser Verstimmung wird das Signal für die Drehzahl gewonnen. Der Betrag der Verstimmung steht in einem festen Verhältnis zur Größe der Magnetfelddifferenz zwischen den beiden Brückenhälften. Die Magnetfelddifferenz ist unter anderem abhängig vom Abstand des Sensors zu dem Polrad. Bewertet man den Betrag der Brückenverstimmung, so kann man auf den Luftspalt zwischen dem Sensor und dem Polrad schließen. Diese Bewertung kann mit einem Komparator 5101 erfolgen, der eine größere Hysterese ($U_H = 60 \text{ mV}$) hat wie der normale Nutzsinalkomparator 5031 ($U_H = 40 \text{ mV}$). Ist der Luftspalt klein, so schalten beide Komparatoren, ist jedoch der Luftspalt zu groß, so schaltet nur noch der Nutzsinalkomparator 5031. Auf diese Weise hat man ein Frühwarnsystem für einen zu großen Luftspalt, ohne gleich die Raddrehzahlinformation zu verlieren. Diese Information kann beispielsweise als Bandendkontrolle bei der Kraftfahrzeugherstellung, in der Werkstatt oder während der Fahrt genutzt werden.

Die Fig. 4a und 4b zeigen beispielhaft die Auswertung zur Drehrichtungserkennung eines Rades. Hierzu ist in der Fig. 4a ein gegenüber der Fig. 3a modifizierter Hall- beziehungsweise magnetoresistiver Sensor 1021a vorgesehen. Die Modifikation besteht darin, daß die bekannte Wheatstone-Brücke, wie in der Fig. 3a zu sehen ist, um weitere zwei Widerstände ergänzt worden ist. Statt der modifizierten Wheatstone-Brücke kann der modifizierte Hall- beziehungsweise magnetoresistive Sensor auch aus wenigstens zwei separaten sensitiven Elementen 10211 und 10212 beziehungsweise zwei vollständige Wheatstone-Brücken aufweisen. Auch hier erzeugen die einzelnen Elemente des Zahnkranzes, Polrades beziehungsweise Gebirrades (101, Fig. 2) entsprechende Änderungen in den Brückenspannungssignalen U_{B1} und U_{B2} . Diese Brückenspannungssignale werden der Auswerteeinheit 5201 zugeführt. Gleichzeitig wird zur Auswertung des Nutzsinals wenigstens eine der Brückenspannungssignale dem schon beschriebenen Komparator 5031 zugeführt. Die Funktion der Drehrichtungserkennung 5201 soll anhand der Fig. 4c und 4d dargestellt werden.

In den Fig. 4c und 4d ist der Verlauf der in der Fig. 4a gezeigten Brückenspannungssignale dargestellt. Hierzu kann der Verlauf über der Zeit t oder der Verlauf über den Weg s beziehungsweise über dem Drehwinkel des Gebirrades betrachtet werden. Je nach Drehrichtung des Rades, wird entweder zuerst der rechte Teil der modifizierten Wheatstone-Brücke 5030' zuerst verstimmt oder der linke Teil. Bei einem Rechtslauf des Rades eilt die Brückenspannung U_{B1} der Brückenspannung U_{B2} voraus, während es bei einem Linkslauf des Rades umgekehrt ist. Mittels der Drehrichtungsauswertung 5201 wird die Phasenverschiebung der beiden Brückenspannungsverläufe ausgewertet, woraufhin das Signal DR dann erzeugt wird, wenn sich das Rad rückwärts bewegt. Alternativ hierzu kann, wie in der Fig. 4d zu sehen ist, die Differenz ΔU_B zwischen den beiden Brückenspannungswerten U_{B1} und U_{B2} gebildet werden. Aus dem Verlauf dieser Differenz ΔU_B , insbesondere aus den Lagen der Maxima und Minima (Peaks nach

"oben" oder "unten") erhält man die Information DR über die Drehrichtung (vorwärts/rückwärts).

Die Fig. 5 zeigt das erfindungsgemäße System in einer ersten Ausführungsform. Hierbei ist mit dem Bezugszeichen 501 eine Sensoreinheit und mit Bezugszeichen 503 eine Auswerteeinheit, die in der Fig. 7 genauer beschrieben wird, bezeichnet.

Zur Sensoreinheit 501 gehört die Einrichtungen zur Erfassung des Drehzahl-signals DF, wobei diese Einrichtung wie schon mehrfach erwähnt als aktiver Sensor 102 (Fig. 2) ausgebildet sein kann. Das Drehzahl-signal DF, das im oberen Signalzug der Fig. 6 zu sehen ist, besteht aus einer zeitlichen Abfolge von High- und Low-Zuständen, wobei die Periode beziehungsweise die Frequenz dieses analogen Signals die Drehzahl beziehungsweise Drehwinkelgeschwindigkeit angibt. Das analoge Signal DF wird der Überlagerung 5021 zugeführt.

Zur Sensoreinheit 501 gehören weiterhin die Einrichtungen zur Erfassung des Bremsbelagverschleißes, des Luftspalts und der Drehrichtung. In der Fig. 5 ist hierzu jeweils das letzte Bauteil der jeweiligen Einrichtung mit dem Bezugszeichen

- 1041 (Fig. 2, digitales Signal BBV, übermäßiger Bremsbelagverschleiß ja oder "nein"),
- 5102 (Fig. 3a, digitales Signal LS, übermäßiger Luftspalt "ja" oder "nein") und
- 5201 (Fig. 4a, digitales Signal DR, Drehrichtung "vorwärts" oder "rückwärts")

eingezeichnet.

Diese digitalen Signale, die nur beispielhaft in diesem Ausführungsbeispiel genannt sind, werden in die Speicherzellen des Schieberegisters 5011 eingelesen, so daß der jeweilige Speicherzelleninhalt dem aktuellen Stand bezüglich Bremsbelagverschleiß, Luftspalt und Drehrichtung entspricht. Mit dem Flankenwechsel des analogen DF-Signals von Low nach High wird über den PIN Strobe der Speicherinhalt des Schieberegisters 5011 eingefroren, das heißt, daß keine weiteren Aktualisierungen mehr stattfinden. Gleichzeitig wird der Inhalt der Speicherzellen des Schieberegisters 5011 auf eine Zustandsänderung durch den PIN Strobe seriell ausgelesen (serieller Ausgang des Schieberegisters 5011). Dies geschieht gesteuert durch den vom Oszillator 5012 vorgegebenen Takt. Auf diese Art erhält man am seriellen Ausgang des Schieberegisters 5011 das Datenwort DW, das aus einer Abfolge von High- und Low-Pegeln, den sogenannten Bits, besteht. Vernachlässigt man Taktschwankungen, so weisen die Bits die gleiche zeitliche Länge auf.

Das Auslesen des Schieberegisters 5011 geschieht immer dann, wenn bei dem Drehzahl-signal DF eine Zustandsänderung vom Low-Zustand zum High-Zustand festgestellt wird. Dies ist in der Fig. 5 mit der Verbindung von der DF-Leitung zum Eingang des Schieberegisters 5011 dargestellt. Gleichzeitig wird mit der Zustandsänderung des DF-Signals vom Low-Zustand zum High-Zustand der Zähler 5014 zurückgesetzt, wobei der Zähler 5014 ausgangsseitig mit dem Eingang des logischen UND-Gatters 5013 verbunden ist. Die beiden anderen Eingänge dieses logischen UND-Gatters 5013 sind durch den Takt des Oszillators 5012 und mit dem erwähnten Zustandsänderungssignal verbunden.

Auf eine Zustandsänderung des DF-Signals vom Low-Zustand zum High-Zustand wird also zum einen der Speicherinhalt des Schieberegisters 5011 seriell nur soviel mal ausgelesen, wie Speicherzellen vorhanden

sind. Der Zähler 5014 zählt also in dem vorliegenden Beispiel bis $n=3$. Der Zähler 5014 begrenzt also die Taktzahl auf die Datenwortbreite und wird durch den Low-Pegel des DF-Signals zurückgesetzt.

Das so gebildete Datenwort DW ist im mittleren Signalzug der Fig. 6 zu sehen. Es besteht in diesem Beispiel aus drei Bits, wobei das erste Bit den Zustand "High", das zweite Bit den Zustand "Low" und das dritte Bit den Zustand "High" ausweist. Dies kann beispielsweise, je nach festzulegender Zuordnung, bedeuten, daß ein anzeigerelevanter Bremsbelagverschleiß (BBV=High), kein anzeigerelevanter Luftspalt (LS=Low) und eine Rückwärtsfahrt (DR=High) vorliegt.

Durch das logische UND-Gatter 5021 wird das Drehzahlsignal DF mit dem Datenwort DW zum Überlagerungssignal I verknüpft. Wie im unteren Signalzug der Fig. 6 zusehen ist, findet sich im Überlagerungssignal I das Datenwort DW immer zu Beginn eines High-Zustandes. Dies wird durch den Start des Datenwortes DW mit der Zustandsänderung des DF-Signals vom Low-Zustand zum High-Zustand erreicht. Statt der High-Phase kann das Datenwort auch der Low-Phase des Drehzahlsignals überlagert werden. Das Datenwort muß allerdings beendet sein bevor die nächste Zustandsänderung des DF-Signals eintritt. Im Falle eines konventionell ausgelegten Raddrehzahlfühlers liegt die maximale mögliche Drehzahlfrequenz bei ca. 3 KHz, woraus sich bei einem möglichen Tastverhältnis von 30 ... 70% eine maximale Datenwortlänge von ca. 100 µsec ergibt. Das Überlagerungssignal I kann als Spannungssignal durch eine Drei-Draht-Leitung oder als Stromsignal durch eine Zwei-Draht-Leitung an die Auswerteeinheit 503 übertragen werden.

In der Fig. 7 wird beispielhaft die Auswerteeinheit 503 gezeigt. Hier wird mittels des Vergleichs 5031 mit einem entsprechenden Schwellwert Ref die Zustandsänderung des Überlagerungssignals I von Low nach High erfaßt. Mit der Erfassung der ersten Zustandsänderung des Überlagerungssignals I von Low nach High wird in der Auswerteeinheit der Zähler 5032 und das Schieberegister 5037 gestartet. Der Ausgang des Zählers 5032 hält über die Verknüpfung im logischen UND-Gatter 5033 das DF-Signal für mindestens die Zeitdauer des Datenwortes (beispielsweise 100 µsec) auf den Zustand High und verhindert so, daß das Datenwort am Ausgang des logischen UND-Gatters 5033 erscheint. An diesem Ausgang liegt so nur noch das Drehzahlsignal DF an, dessen Frequenz zur Drehzahlermittlung in der Einheit 5034 in bekannter Weise ausgewertet werden kann. Gleichzeitig wird durch den Taktgeber 5036 der Takt des Schieberegisters 5037 gestartet und so das Datenwort DW eingelesen. Dieses Datenwort kann dann an den Ausgängen Q1 bis Qn abgegriffen und beispielsweise zur Ansteuerung einer entsprechenden Anzeige weiterverarbeitet werden.

Die Fig. 8 zeigt das erfindungsgemäße System in einer zweiten Ausführungsform. Hierbei sind die gleichwirkenden Bauteile mit denselben Bezugszeichen wie in der Fig. 5 bezeichnet. Der wesentliche Unterschied zwischen der schon beschriebenen ersten und dieser zweiten Ausführungsform besteht darin, daß bei der ersten Ausführungsform davon ausgegangen wurde, daß der Taktgeber der Sensoreinheit (Oszillator 5012) und der Taktgeber 5036 der Auswerteeinheit synchron laufen. Der wesentliche Punkt des zweiten Ausführungsbeispiels besteht darin, daß zusätzlich zu der Drehzahlinformation und dem Datenwort eine Information zur

Synchronisation der Taktgeber von der Sensoreinheit 501a zur Auswerteeinheit 503a übertragen wird. Darüber hinaus wird in dem zweiten Ausführungsbeispiel das eigentliche Datenwort um eine Start- und Stopp-Bit-Sequenz ergänzt, um die Auswertung noch sicherer zu gestalten.

Die maximale Drehzahlfrequenz liegt bei ca. 2 kHz (48 Zähne auf dem Zahnkranz 101, bei einer maximalen Fahrzeuggeschwindigkeit von 300 km/h). Berücksichtigt man eine Frequenzreserve von 1 kHz, so gelangt man, wie oben schon abgeschätzt, mit einem möglichen Signalastverhältnis von 30 ... 70% zu einer maximalen Breite des gesamten Datenwortes von

$$T_{\max} = 0.3 \cdot 1/3 \text{ kHz} = 100 \text{ µsec.}$$

Sollen 8 Datenbit, 2 Start-Bit, 1 Stopp-Bit und 4 + 1 Zeitsynchron-Bits übertragen werden, so ergeben sich 16 bit. Dies erfordert bei einer Oszillatorgenauigkeit von $\pm 20\%$ eine Taktnominalzeit von 5 µsec (200 kHz). Maximal ergibt sich 6 µsec (166,6 kHz) und minimal 4 µsec (250,0 kHz). In dem in der Fig. 8 gezeigten Beispiel werden 4 Datenbit, 2 Start-Bit, 1 Stopp-Bit und 4 + 1 Zeitsynchron-Bits übertragen (12 bit).

Das Überlagerungssignal I (mit 8 Datenbit, 2 Start-Bit, 1 Stopp-Bit und 4 + 1 Zeitsynchron-Bits) ist im unteren Teil der Fig. 9 zu sehen, wobei die Amplituden zur besseren Unterscheidung verschieden hoch gezeichnet sind. Im oberen Teil der Fig. 9 ist das Signal DF zu sehen. Man erkennt, daß mit der Zustandsänderung des DF-Signals von Low nach High dem eigentlichen Datenwort zunächst eine Synchronisations-Bitfolge (4 High-Bit, 1 Low und 1 High-Bit) und 1 Low-Bit als Start-Bit vorweggeschickt wird. Das eigentliche Datenwort (8 Bit) wird mit einem Low-Bit als Stopp-Bit beendet, deutlich bevor die nächste Zustandsänderung des DF-Signals von High nach Low ansteht. Die Breite, also die zeitliche Länge, der Bits ist durch den in Fig. 9 als Sensorclock dargestellten Takt des Taktgebers 5012a gegeben.

Dieses in der Fig. 9 im unteren Teil gezeigte Überlagerungssignal I wird der in der Fig. 11 gezeigten Auswerteeinheit 503a zugeführt. Auch hierbei sind die gleichwirkenden Bauteile mit denselben Bezugszeichen wie in der Fig. 7 bezeichnet. Die Signalauswertung wird zunächst anhand des in der Fig. 10 dargestellten Überlagerungssignals I dargestellt.

Bei einer an sich bekannten Signalauswertung, die einer Standard-Rechner-Schnittstelle entspricht, wird jedes Bit dreimal abgefragt, das heißt, daß der Zustand (High oder Low) des Bits innerhalb der zeitlichen Bit-Breite dreimal abgefragt beziehungsweise abgetastet wird. Zur Bestimmung des Bits-Zustandes wird dann eine 2 von 3 Auswahl vorgenommen. Das heißt, daß ein Bit-Zustand beispielsweise als High erkannt wird, wenn wenigstens zwei der drei Abfragen einen High-Zustand zum Ergebnis haben. Daraus ergibt sich bei der vorliegenden Schätzung eine Abfrage-Rasterzeit von ca. 1,25 µsec. Das heißt, daß alle 1,25 µsec das anliegende Signal eingelesen wird. Diese Abfrage-Rasterzeit muß der Toleranz des Taktgebers 5012a der Sensoreinheit, der Sensorclock, nachgeführt werden, muß also im oben erwähnten Bereich von $\pm 20\%$ verstellbar sein.

Durch die dreimalige Abtastrate ergeben sich über der Wortbreite von $(3 + 1) \cdot 10$ Abtastpunkte = 40 Abtastungen. Damit über die gesamte Wortbreite (40 ... 60 µsec) alle Abtastpunkte korrekt die Bits treffen, ist eine Zeitsynchronisation von 2,5% zwischen der Senso-

reinheit und der Auswerteeinheit erforderlich. Dies ist so zu erklären, daß der letzte Abtastpunkt nur maximal um den Abtastabstand neben dem Sollwert liegen darf. Somit ergibt sich

$$\text{Abtastabstand} = 100\% \text{ Wortbreite}/40 \text{ Abtastungen} = 2,5\%.$$

Wird nun das in der Sensoreinheit 501a gebildete Überlagerungssignal I (Fig. 9) der Auswerteeinheit 503a (Fig. 11) zugeführt, so erfolgt die Erfassung der Oszillatorfrequenz (Oszillator 5012a) der Sensoreinheit 501a durch Messen der Pulsbreite des ersten übertragenen Pulses (Pulsbreitenmessung 5040). Der erste Puls hat eine Länge von vier Sensortaktlängen ($4 \cdot T_{\text{sensorclock}}$). Diese Pulsbreite muß wie oben dargestellt auf 2,5% genau erfaßt werden. Daraus ergibt sich, daß die minimal erforderliche digitale Schrittweite des Auswertegliedes 2,5% von ($4 \cdot T_{\text{sensorclock}}$) sein muß:

$$\text{digitale Schrittweite} = 0,025 \cdot 4 \mu\text{sec} = 400 \text{ nsec}.$$

Dies entspricht einem 2,5 MHz Oszillator. Berücksichtigt man einen Digitalisierungseffekt bei der Pulsbreitenmessung, so ist eine Oszillatorfrequenz von 5 ... 10 MHz erforderlich. Setzt man eine maximale Drehzahlfrequenz von 2 KHz an und sollen nur 4 Datenbit übertragen werden, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die Auswerteooszillatorfrequenz um den Faktor 2,5 langsamer sein darf.

Durch einer durch die Pulsbreitenmessung 5040 gesteuerten Teilung (Teiler 5038) des Auswertetaktes gelangt man also zu der gewünschten Synchronisation und erhält damit eine sichere Trennung der im Signal I überlagerten Informationen.

Während in dem bisher beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiel sowohl das gesamte Datenwort als auch der Synchronisierungspuls innerhalb eines Zustands (hier der High-Zustand) des DF-Signals übertragen wurde, kann auch vorgesehen sein, daß das Synchronisationssignal in der einen Phase des DF-Signals (in der Fig. 12 in der Low-Phase) und das gesamte Datenwort in der anderen Phase übertragen wird. Dies hat den Vorteil, daß das digitale Signal länger und/oder die Bitbreite länger sein kann. Darüber hinaus kann das Synchronisationssignal länger sein, was zu einer genaueren Synchronisierung führt.

Unter der Annahme, daß eine Wortbreite von 100 μsec möglich ist, ergibt sich eine Bitbreite von 10 μsec (bei 1 Start-Bit, 1 Stopp-Bit und 8 Daten-Bit). Die erforderliche Genauigkeit bei der Frequenzmessung bleibt bei 2,5%, aber die Messung der Synchronisationszeit kann 80 μsec lang sein.

$$\text{digitale Schrittweite} = 0,025 \cdot 8 \cdot 10 \mu\text{sec} = 400 \text{ nsec}.$$

Dies entspricht einem 500 KHz Oszillator. Auf diese Weise kann also die Anforderung an den Oszillator reduziert werden.

Patentansprüche

1. System zur Überlagerung von Informationen mit einem gebildeten analogen Signal (DF), das periodisch zwei vorgebbare Niveaus (High, Low) aufweist und Informationen durch die Periodendauer (T) des analogen Signals (DF) repräsentiert, und mit

einem gebildeten digitalen Signal (DW), das Informationen in Form eines digitalen Datenwortes repräsentiert, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung eines Überlagerungssignals (I) das digitale Signal (DW) dem analogen Signal (DF) überlagert wird.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgebbaren Niveaus (High, Low) des analogen Signals (DF) durch zwei unterschiedliche Strom- oder Spannungswerte realisiert sind und dem analogen Signal (DF) das digitale Signal (DW) nur dann überlagert wird, wenn das analoge Signal (DF) eines der vorgebbaren Niveaus (High oder Low) aufweist.

3. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Datenwort aus einer Abfolge von Bits besteht, die zwei die digitale Information repräsentierende Niveaus (High, Low) vorgegebbarer zeitlicher Länge aufweisen können, wobei die vorgebbaren Niveaus (High, Low) durch zwei unterschiedliche Strom- oder Spannungswerte realisiert werden und die zeitlicher Länge der Bits als erster Takt durch einen ersten Taktgeber (5012, 5012a) vorgegeben wird.

4. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß am Beginn und/oder am Ende des digitalen Datenwortes zur Bildung des Gesamtdatenwortes eine fest vorgebbare Anzahl von Bits mit einem fest vorgebbaren Niveau vorgegeben wird (Start- und/oder Stoppbit).

5. System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß am Beginn und/oder am Ende des digitalen Datenwortes oder des Gesamtdatenwortes eine fest vorgebbare Anzahl von Bits mit einem fest vorgebbaren Niveau vorgegeben wird (Synchronisierung).

6. System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das digitale Datenwort oder das Gesamtdatenwort nur dem einen der beiden Niveaus des analogen Signals (DF) überlagert wird und dem anderen der beiden Niveaus des analogen Signals (DF) eine fest vorgebbare Anzahl von Bits mit einem fest vorgebbaren Niveau vorgegeben wird (Synchronisierung).

7. System nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das überlagerte Signal (I) einer Auswerteeinheit (503, 503a) zugeführt wird und die Bits in einem mittels eines zweiten Taktgebers (5036, 5038) vorgegebenen zweiten Takt abgetastet werden, wobei dieser zweite Takt abhängig von der fest vorgebbare Anzahl von Bits mit einem fest vorgebbaren Niveau (Synchronisierung) eingestellt wird.

8. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung des digitalen Datenwortes (DW) digitale Informationen (BBV, LS, DR) in ein Schieberegister (5011) eingelesen werden und die eingelesenen digitalen Informationen synchronisiert mit dem analogen Signal (DF) seriell ausgelesen werden.

9. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das System bei einem Kraftfahrzeug Verwendung findet und das analoge Signal (DF) die Drehzahl eines Fahrzeuggrades, die Drehzahl eines als Benzin-, Diesel- und/oder Elektromotor ausgebildeten Fahrzeugmotors und/oder die Drehzahl einer mit dem Fahrzeuggetriebe wirkungsgekoppelten Welle repräsentiert.

10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das digitale Datenwort (DW)

— Informationen (BBV) über den Bremsbelagverschleiß an wenigstens einer Fahrzeugradbremse und/oder

5

— Informationen (DR) über die Richtung der Drehbewegung und/oder

— Informationen (LS) über den Zustand der Mittel enthält, mittels der das analoge Signal (DF) erfaßt wird.

10

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

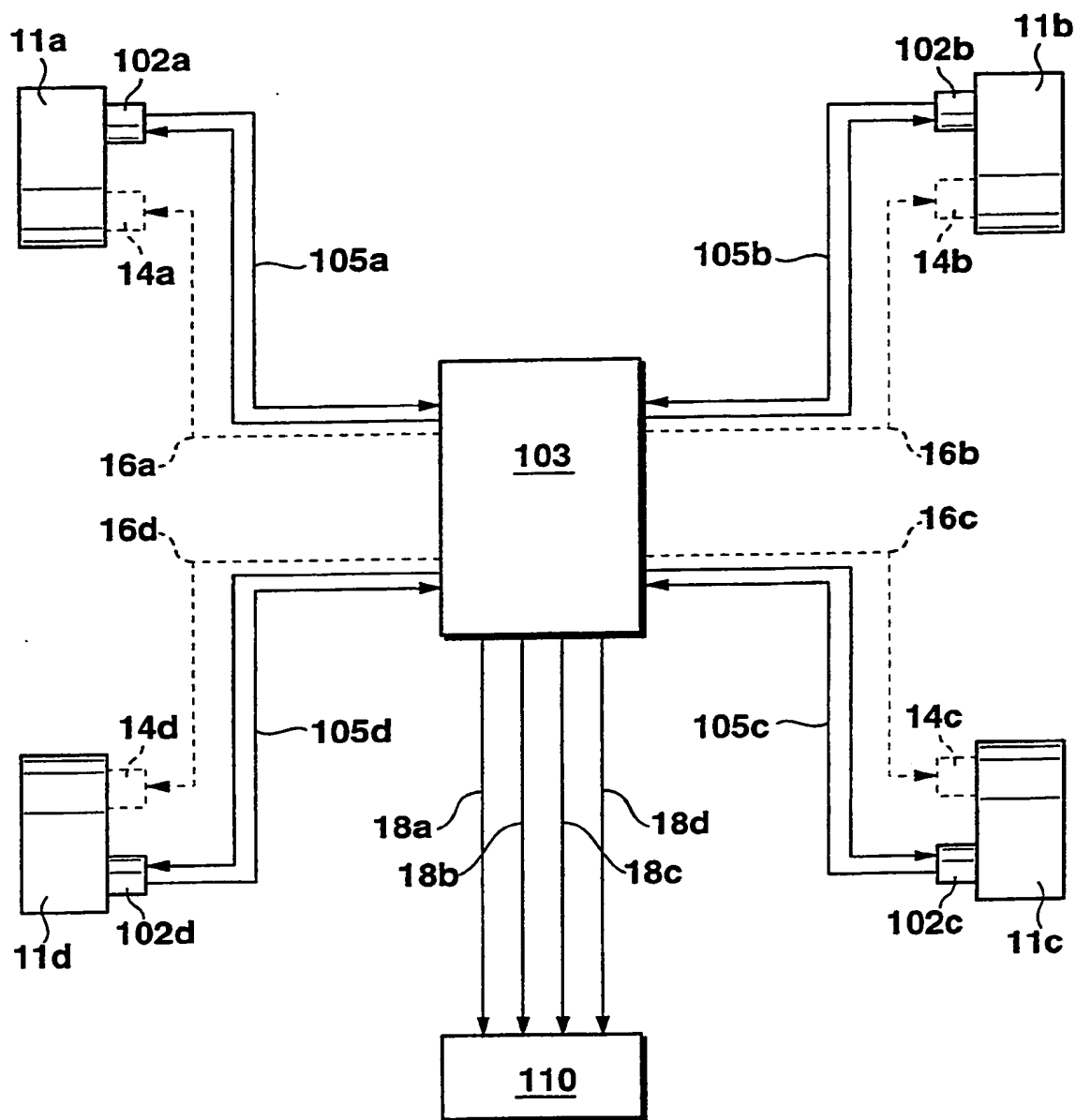
50

55

60

65

Fig. 1



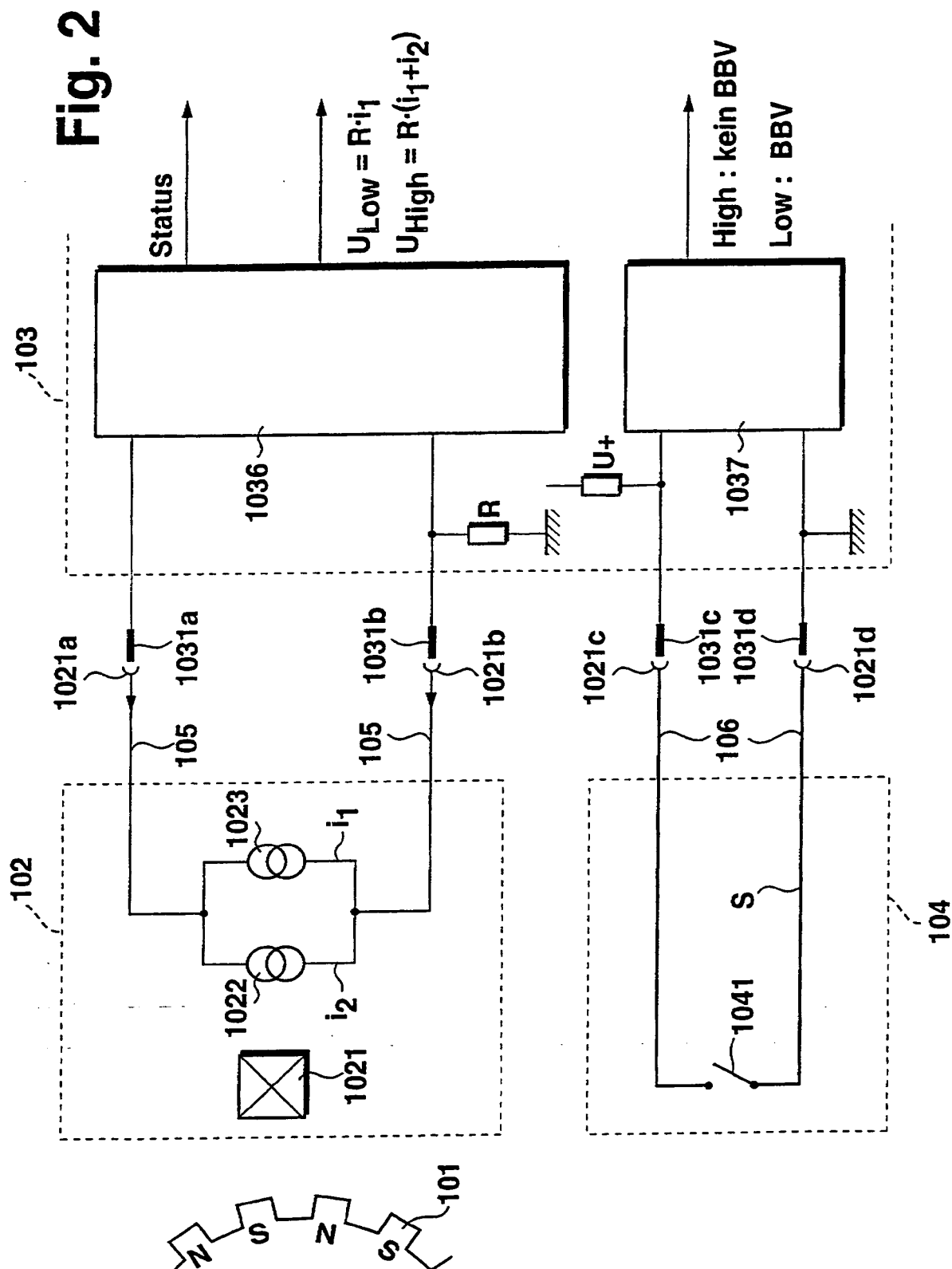


Fig. 3a

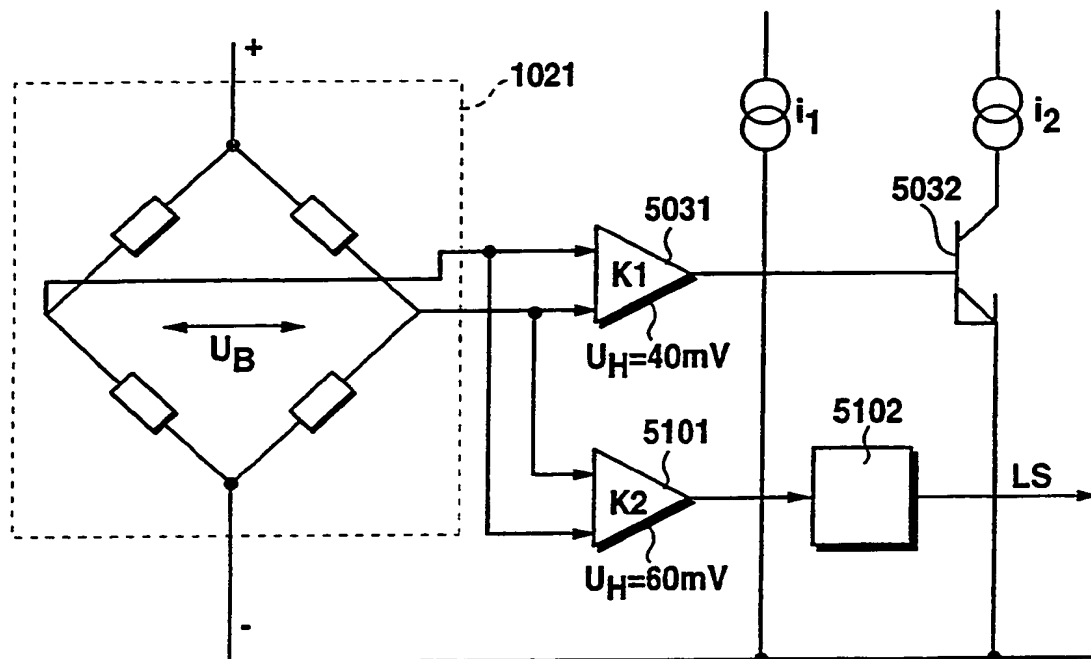


Fig. 3b

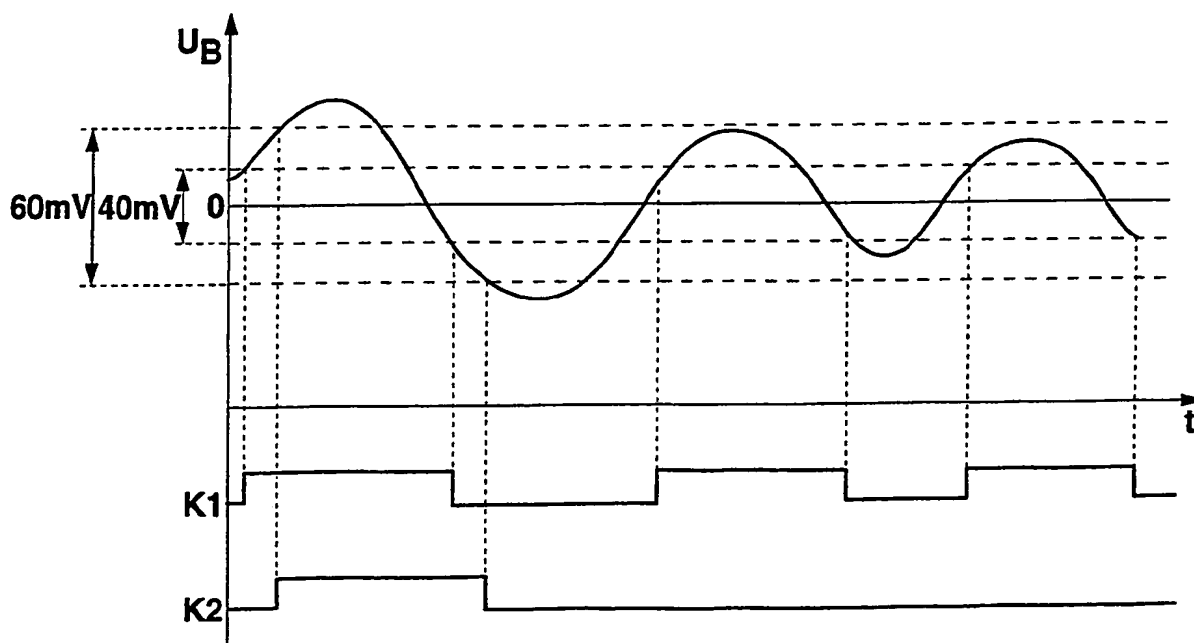


Fig. 4a

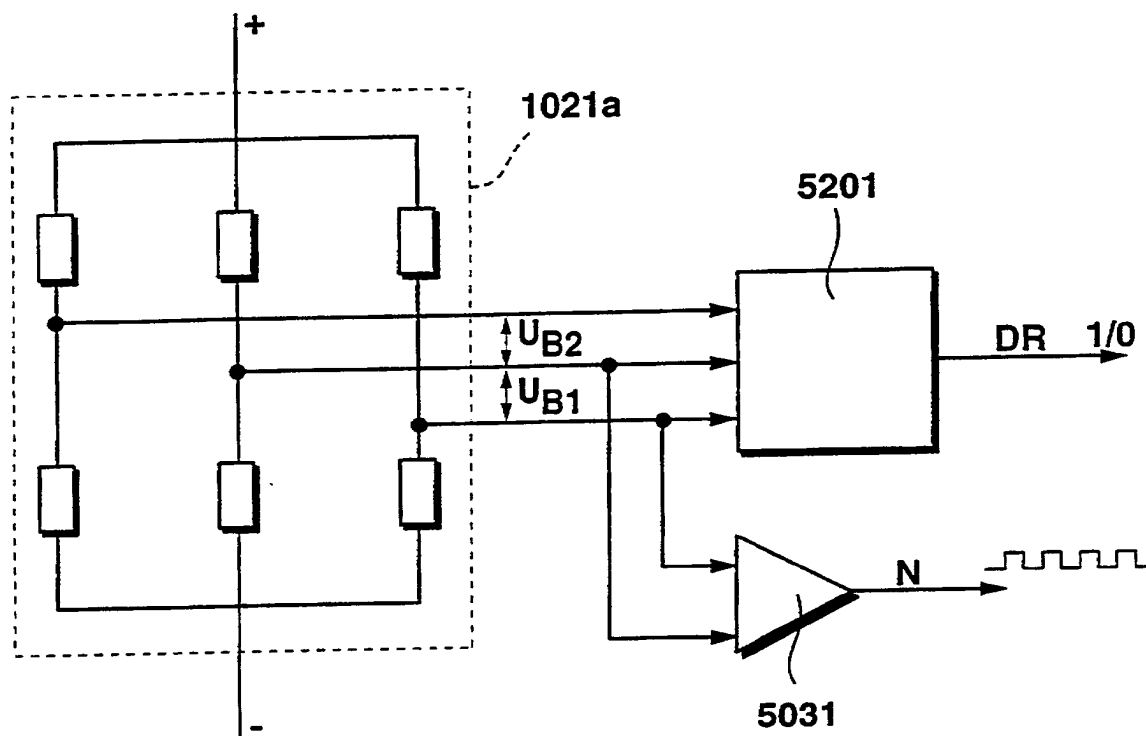


Fig. 4b

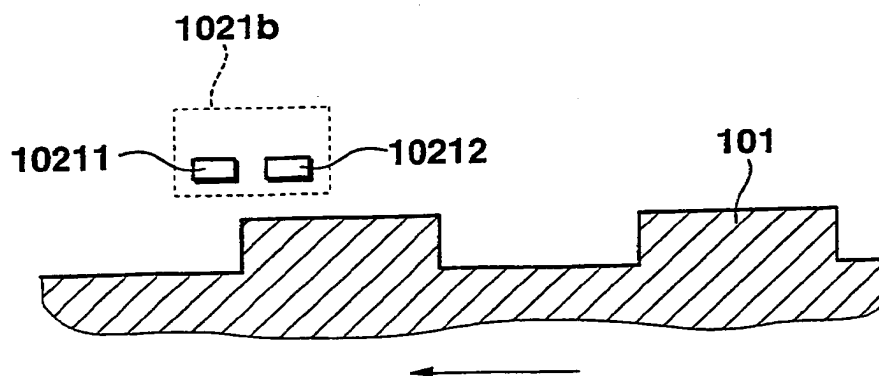


Fig. 4c

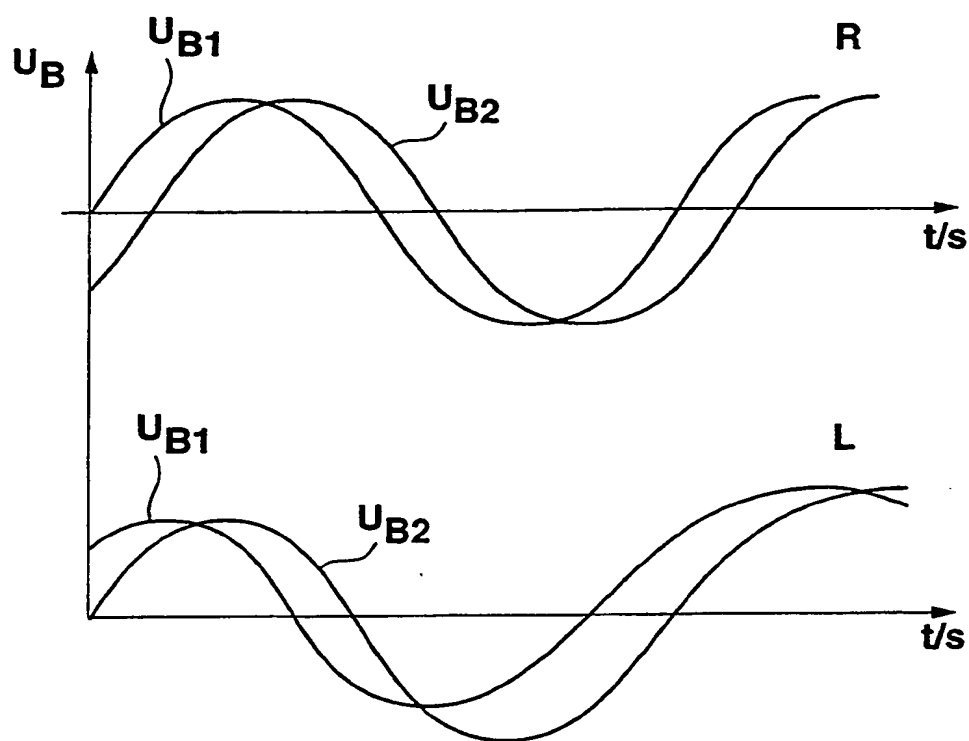


Fig. 4d

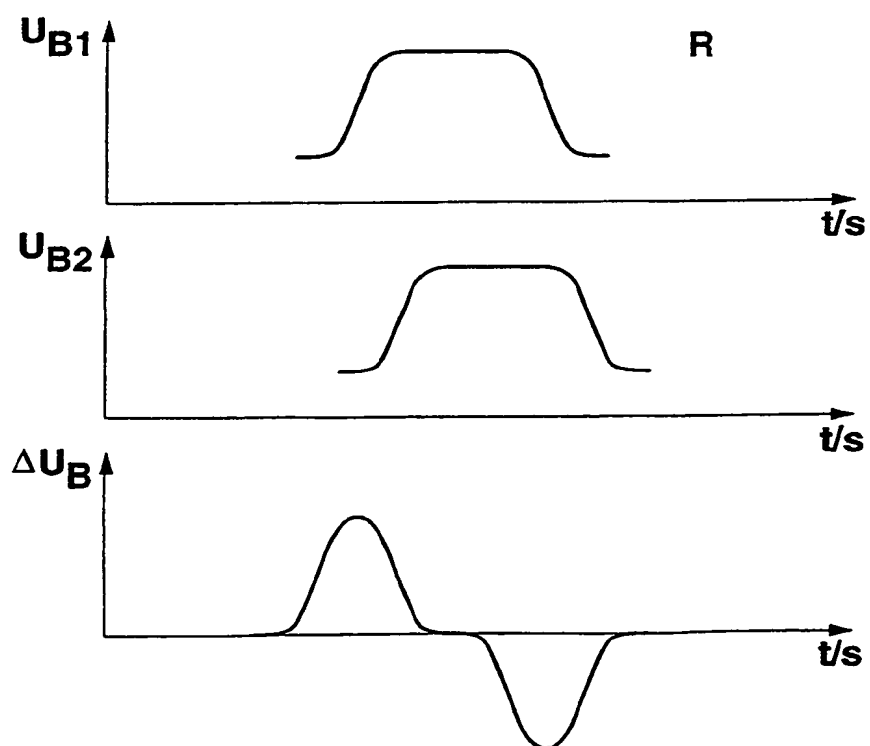


Fig. 5

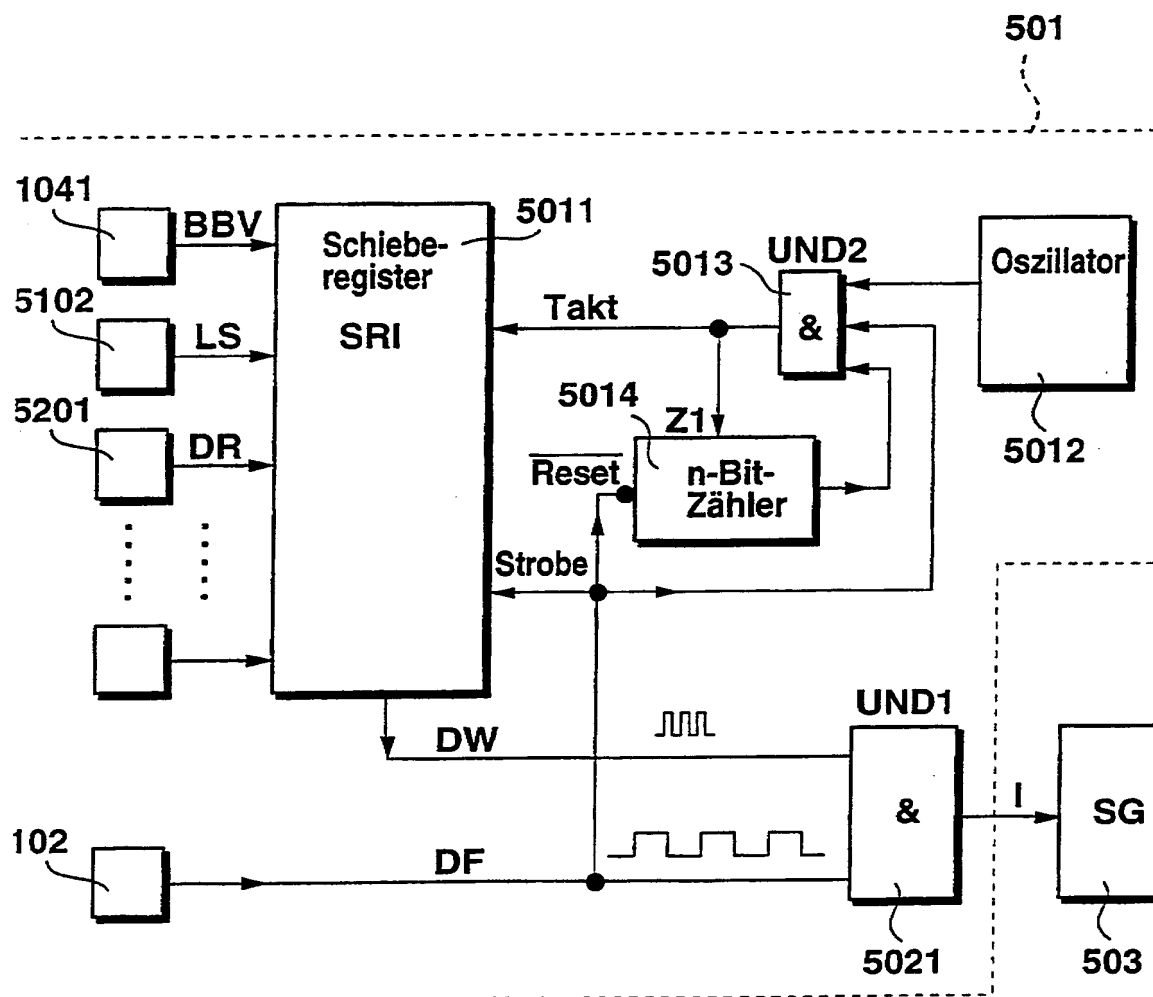


Fig. 6

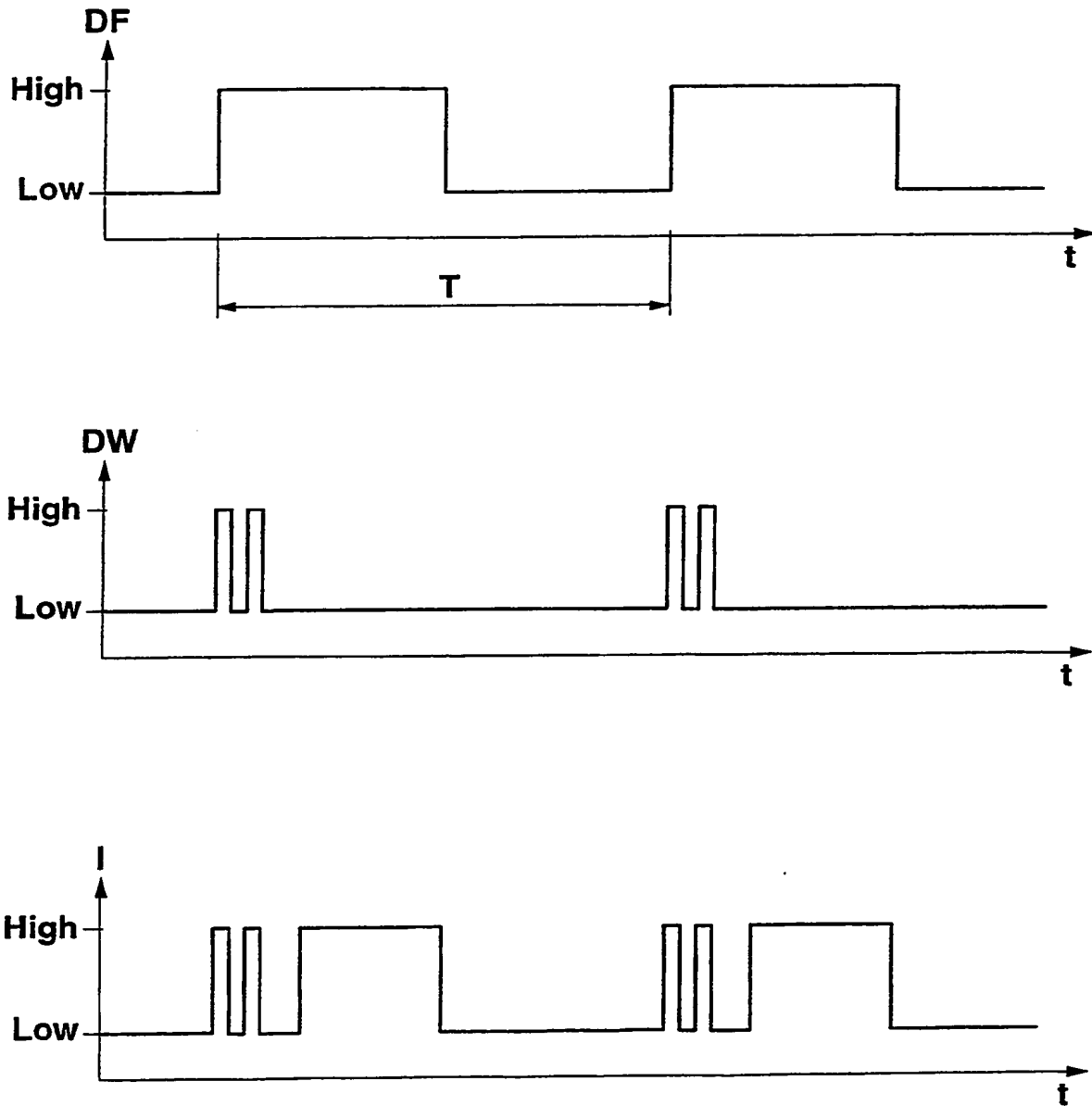


Fig. 7

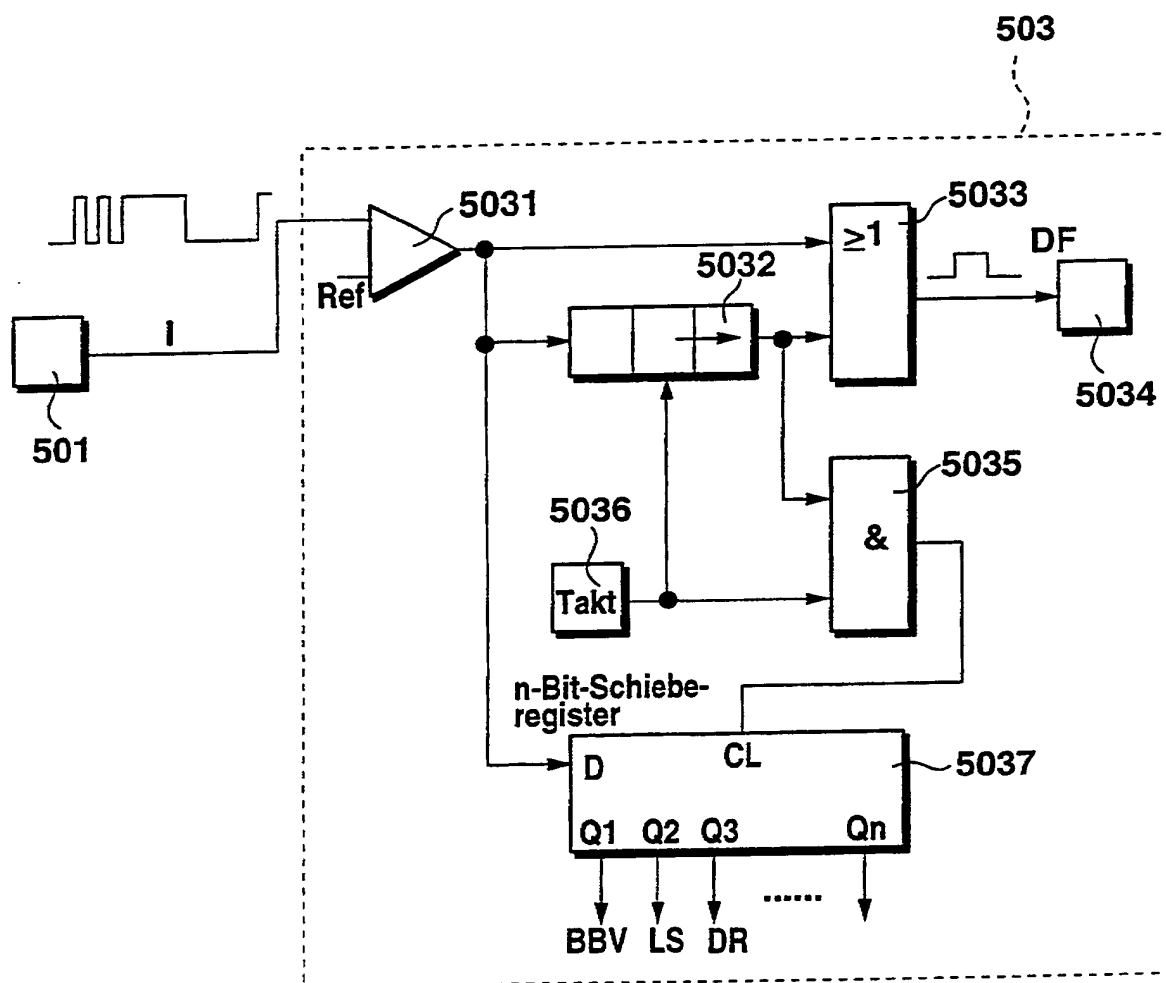


Fig. 8

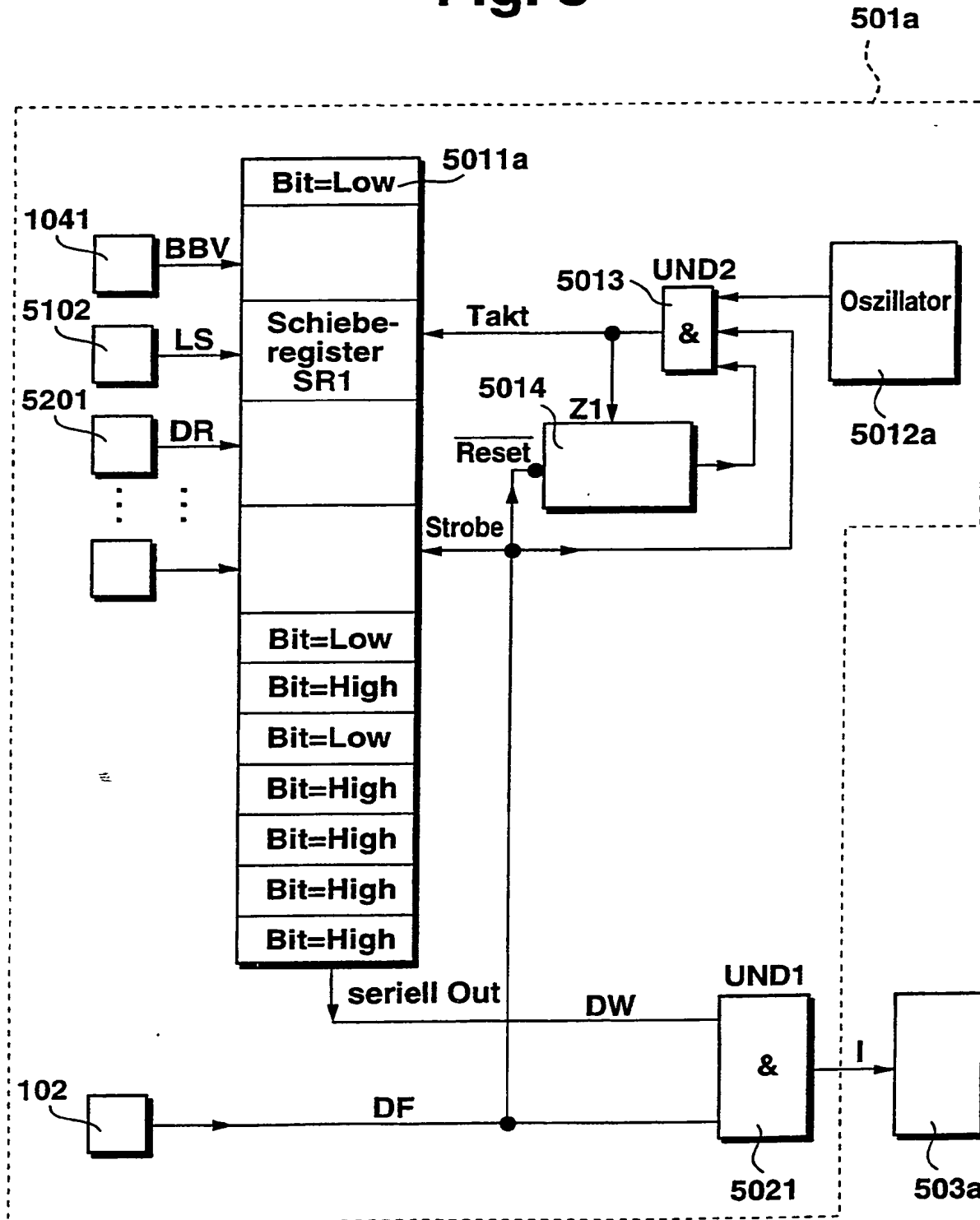


Fig. 9

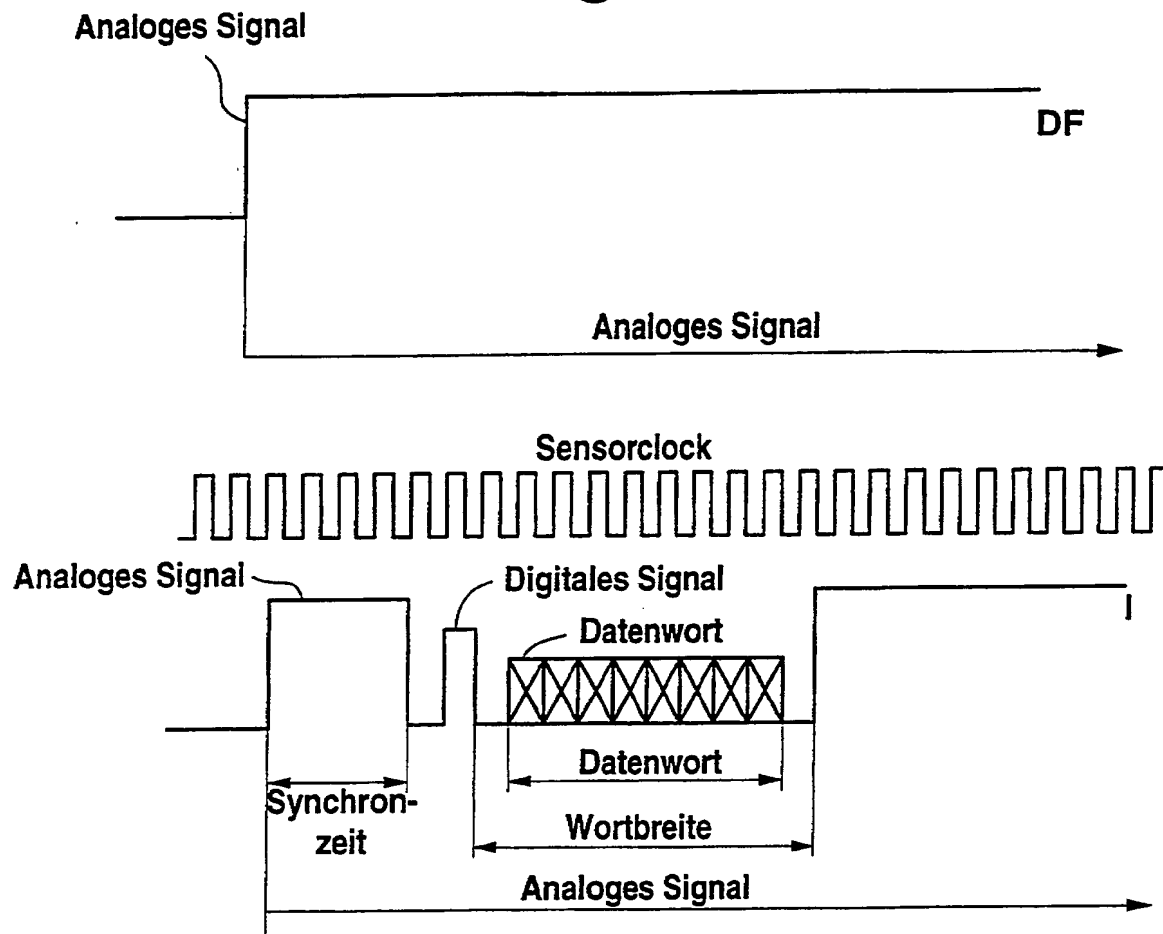


Fig. 10

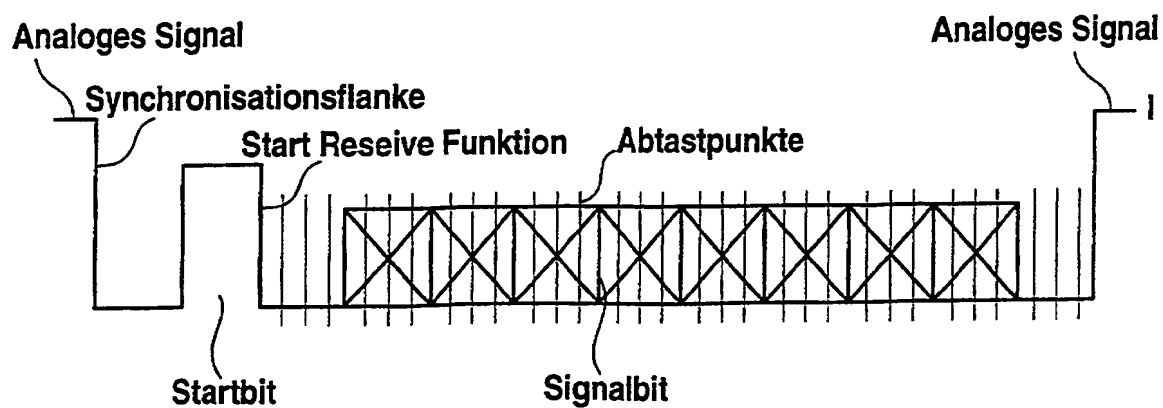


Fig.11

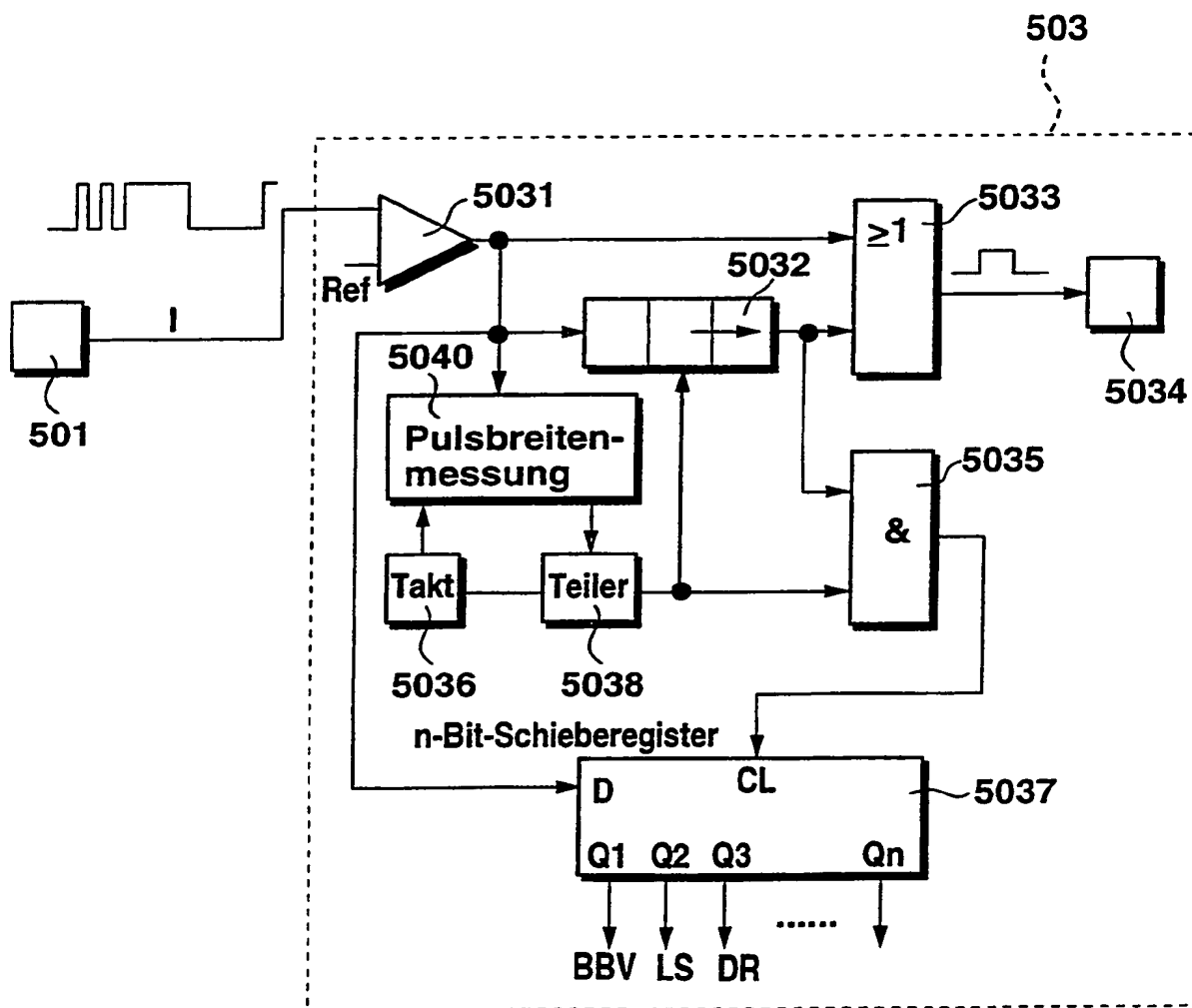


Fig. 12

